

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра «БЖД та фізичного виховання»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття № 11
за темою: «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА СТАНУ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ
НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ»

з дисципліни «Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

(для студентів усіх напрямків підготовки
усіх форм навчання)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
«БЖД та ФВ»
Протокол №_1_від 31.08.2021_

Практичне заняття № 11

з дисципліни «Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

Тема: «Дослідження та оцінка стану електробезпеки на робочих місцях»

Мета: Ознайомитися з методами вимірювання опору ізоляції та захисного заземлення. Визначити ступінь небезпечності або шкідливості умов праці за ситуаційними завданнями. Розробити профілактичні засоби та заходи щодо усунення небезпечної або шкідливої дії електричного струму на організм робітників.

I. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1. Загальні положення

На промислових підприємствах використовується велика кількість різного електроустаткування, яке створює небезпеку поразки електричним струмом обслуговуючого персоналу, оскільки у багатьох випадках його дія є несподіваною.

Для захисту від поразки електричним струмом всі робочі місця, зв'язані з використанням електроенергії, повинні відповідати вимогам електробезпеки за ГОСТ 12.1.030-82.

У даній лабораторній роботі розглядається методика аналізу електробезпеки на робочих місцях, де використовують електроустановку, яка живиться від трифазної, трипровідної електричної мережі з незаземленою нейтраллю.

До чинників електробезпеки в цих мережах відносяться: хороша електрична ізоляція електричної мережі від «землі» і навколишніх предметів, а також вживання захисного заземлення корпусів устаткування.

За встановленими нормами необхідна величина опору ізоляції фаз повинна бути не менше 500 кОм. Вона досягається за рахунок вживання ізолюючих матеріалів (гума, пластмаси, фарфор, скло та ін.).

Під впливом вологи, агресивної пари, пилу, вібрації та інших чинників, опір ізоляції може знижуватися аж до нуля (коротке замикання на корпус), що призводить до витоків струму на корпуси устаткування і появи на їх поверхнях небезпечної напруги (потенціалу).

Для зниження цього потенціалу, корпуси устаткування та інших струмопровідних предметів навмисно електрично сполучають із землею, тобто заземлюють.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих частин обладнання, що не проводять струму, але можуть опинитися під напругою.

Призначення захисного заземлення – захист від небезпеки ураження електричним струмом при дотику до металевих корпусів електрообладнання, яке внаслідок порушення електричної ізоляції опинилося під напругою. Принцип дії захисного заземлення полягає в зниженні до безпечних значень напруги дотику, яка обумовлена замиканням на корпус.

Заземлюючий пристрій – сукупність заземлювачів (електродів, які з'єднані між собою і знаходяться в безпосередньому контакті з землею) і заземлюючих дротів (провідників, які з'єднують заземлені частини електроустановки із заземлювачем). У якості заземлювачів використовують зариті до ґрунту металеві предмети (труби, рейки, арматуру залізобетонних конструкцій та інші об'єкти).

Згідно з ПУЕ (правила устрою електроустановок) опір захисного заземлення у будь-який час року не повинен перевищувати:

0,5 Ом – в установках напругою більше 1000 В;

4 Ом – в установках напругою до 1000 В;

10 Ом – в установках потужністю 100 кВт і менше і в установках до 1000 В з ізольованою нейтраллю.

Ефективність захисного заземлення тим вище, чим нижче його опір.

За наявності напруги (потенціалу) на корпусі устаткування виникає небезпека поразки

електричним струмом.

Поразка електричним струмом відбувається в результаті дотику людини до токоведучих частин, що знаходилися під напругою. Величина струму, що проходить через тіло людини, залежить від режиму нейтралі мережі, активного і ємкісного опору між фазними дротами та землею, а також схеми включення людини в ланцюг струму.

Встановлено, що шлях проходження струму тілом людини грає істотну роль в результаті поразки. Існує 15 характерних шляхів струму в тілі людини (петлі струму). Найпоширеніші 3 петлі струму: рука-рука; рука-нога; нога-нога, голова-нога, голова-рука.

Ступінь ураження людини електричним струмом визначається силою струму, що пройшов через тіло людини і є визначальним чинником при дії на організм людини (табл. 1).

Дія струму залежить також від опору тіла людини та коливається від 500 до 100000 Ом, визначається станом шкіри, розміром поверхні зіткнення, густиною контакту, тривалістю дії та величиною прикладеної напруги.

Залежно від класу приміщень по небезпеці поразки електричним струмом встановлюються величини безпечної напруги, що не вимагають спеціальних заходів захисту.

Для звичайних приміщень $U_{без.} = 36В$, для особливо небезпечних приміщень (вологість яких перевищує 75% та температура перевищує $25^{\circ}C$) $U_{без.} = 12В$.

Для запобігання поразок від електричного струму при випадковому дотику людини до нетоковедучих частин застосовують різні заходи захисту: заземлення, занулення, захисне відключення, вирівнювання потенціалів.

Найпоширенішим видом захисту є захисне заземлення.

Таблиця 1

Характер дії струму на організм людини

Величина струму, мА	Змінного (50 Гц)	Постійного
0,5-1,5	Початок відчуттів: слабе свербіння, пощипування	Не відчувається
2 – 4	Відчуття розповсюджується на зап'ястку; злегка зводять м'язи	Не відчувається
5 – 7	Больові відчуття посилюються у всій кисті; судоми; слабкі болі у всій руці до передпліччя	Початок відчуття; слабкий нагрів шкіри під електродами
8 – 10	Сильні болі і судоми у всій руці, включаючи передпліччя. Руки важко відірвати від електродів.	Посилення нагріву
10 – 15	Болі у всій руці, які ледве витримуються. Руки неможливо відірвати від електродів. Із збільшенням тривалості протікання струму болі посилюються.	Більше посилення нагріву під електродами і в прилеглий області шкіри.
20 – 25	Сильні болі. Руки паралізуються миттєво, відірвати їх від електродів неможливо. Дихання ускладнено.	Ще більше посилення нагріву шкіри, відчуття внутрішнього нагріву. Незначні скорочення м'язів рук.
25 – 50	Дуже сильний біль в руках і грудях. Дихання дуже ускладнено. При тривалій дії може наступити параліч дихання або ослаблення серцевої діяльності з втратою свідомості.	Сильний нагрів, болі і судоми в руках. При відриві рук від електродів виникають сильні болі.
50 – 80	Дихання паралізується, через декілька секунд порушується робота серця. При тривалій дії може наступити фібриляція серця.	Дуже сильний поверхневий і внутрішній нагрів. Сильні болі в руці і в області грудей. Руки неможливо відірвати від електродів через сильні болі при відриві.
90 – 100	Фібриляція серця через 2-3 с, ще через декілька секунд – параліч дихання.	Та ж дія, виражена сильніше. При тривалій дії – параліч дихання.
300	Та ж дія за менший час	Фібриляція серця через 2-3с; ще через декілька секунд – параліч дихання.

2. Аналіз небезпеки ураження струмом в різних електричних мережах

2.1. Попадання людини в електричну мережу по схемі рука-рука

При дотику до двох фаз трифазної мережі (рис. 1) струм через людину по схемі рука-рука визначається лінійною напругою:

$$I_n = \frac{U_n}{R_m} = \frac{\sqrt{3}U_\phi}{R_m}, \quad (1)$$

де $U_n = \sqrt{3}U_\phi$ – лінійна напруга, В;

U_ϕ – фазна напруга, В;

R_m – опір тіла людини, Ом (в розрахунках приймаємо 1000 Ом).

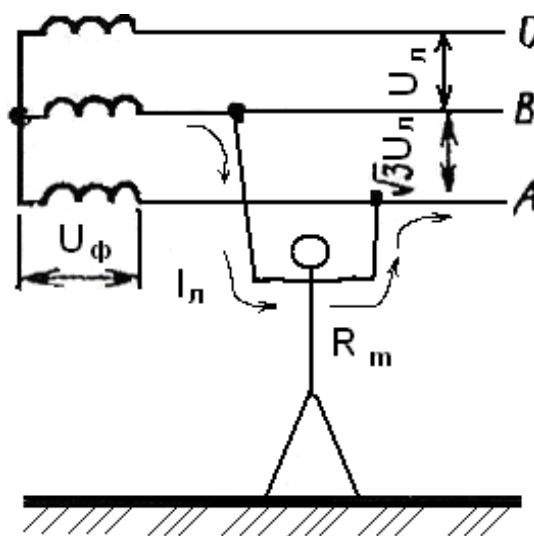


Рис. 1. Схема двофазного дотику до токоведучих частин

2.2. Дія струму на людину по схемі рука-нога

Якщо людина, стоячи на землі, торкається однією рукою фази (рис. 1), через тіло людини відбувається замикання на землю, оскільки людина, торкаючись дроту, сполучає його із землею. Тому струм, що проходить через людину, можна представити як струм замикання на землю I_s , тобто

$$I_\phi = I_s = \frac{U_\phi}{R_m}. \quad (2)$$

Цей випадок рівноцінний однофазному дотику до токоведучих частин.

2.3. Дотик до заземлених нетоковедучих частин, що виявилися під напругою

Нетокведучі частини електроустановки, які при нормальному режимі роботи не знаходяться під напругою (трансформатори, випрямлячі, корпуси електроустаткування та т. ін.), можуть виявитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції дротів, що підвищать напругу.

Дотик до заземленого корпусу, що має контакт із однією з фаз, показаний на рис. 2а. Частина струму замикання на землю, що проходить через тіло людини, залежить від струму замикання на землю, будучи функцією опору заземлення, опору тіла людини, опору ґрунту на якому стоїть людина. В цьому випадку, струм, що проходить через тіло людини, можна оцінити по наступній спрощеній залежності:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi}}{R_3 + R_m + R_{\text{расм}}} \quad (3)$$

де $R_{\text{расм}}$ – опір розтіканню струму, що стоїть на підлозі (грунті).

$$R_{\text{расм}} = \frac{3}{2} \cdot \rho, \quad (4)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, на якому стоїть людина $\rho = 0$ – для металевієї підлоги та $\rho = 10^4$ Ом·м – для земляної підлоги.

Якщо людина торкається незаземленого корпусу, що виявився під напругою, то, як видно з рис. 2б, через людину проходить весь струм замикання на землю, визначається по формулі 2.

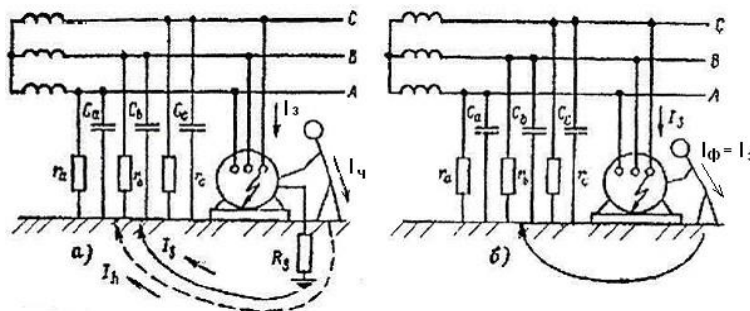


Рис.2. Схема дотику до корпусу, що виявився під напругою: а – при справному заземленні; б – за відсутності заземлення.

При оцінці небезпеки контакту людини з токоведучими частинами введено поняття *напруги дотику*, ця напруга виникає на всьому ланцюзі, куди входять опори частин тіла людини, взуття, підлоги або ґрунту, на якому стоїть людина.

Напруга дотику – напруга між двома точками ланцюга струму, яких одночасно торкається людина.

$$U_{\text{пр}} = I_{\text{ч}} \cdot R_{\text{ч}} \quad (5)$$

Напруга дотику визначається як падіння напруги в опорі тіла людини.

3. Аналіз небезпеки електричних мереж

Аналіз небезпеки в електричних мережах зводиться до визначення сили струму, що проходить через тіло людини, величина якого залежить від:

- схеми дотику людини в ланцюг струму;
- напруги мережі;
- схеми самої мережі та режиму її нейтралі;
- величини опору ізоляції токоведучих частин відносно землі;
- величини ємкості токоведучих частин відносно землі.

Залежно від режиму нейтралі мережі та наявності нульового провідника розрізняються наступні трифазні мережі:

- чотирипровідні з ізолюваною нейтраллю;
- трипровідні з ізолюваною нейтраллю;
- чотирипровідні з заземленою нейтраллю;
- трипровідні з заземленою нейтраллю.

Ізолюваною нейтраллю називається нейтраль трансформатора або генератора, не приєднана до заземлюючого пристрою.

Глухозаземленою нейтраллю називається нейтраль трансформатора або генератора, приєднана до заземлюючого пристрою через малий опір.

«Правила устро́йства електроустановок» передбачають вживання при напрузі до 1000 В лише двох з мереж: трипровідної з ізольованою нейтраллю (рис. 3а) та чотирипровідної з глухозаземленою нейтраллю (рис. 3б).

Кожна з вказаних мереж характеризується своїми техніко-економічними, експлуатаційними показниками та різним ступенем електробезпеки, яка оцінюється величиною струму, що проходить через людину при дотику до однієї з фаз.

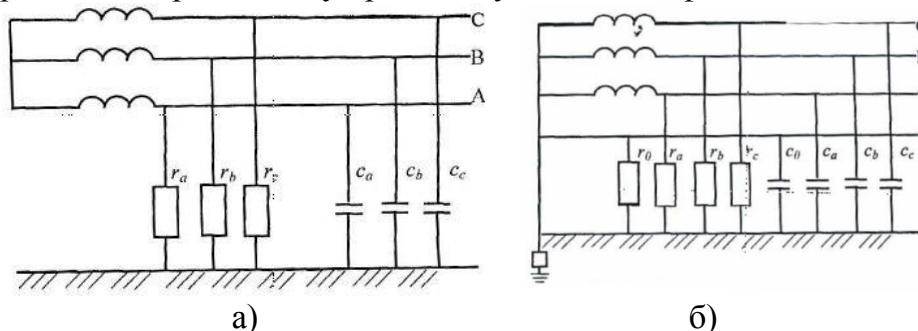


Рис. 3. Схеми трифазних електричних мереж напругою до 1000 В

4. Захисні заходи в електроустановках

4.1. Захисне заземлення

Металеві частини електроустановки можуть виявитися під напругою при пробі ізоляції та замиканні фази живлення на корпус. Якщо корпус не має контакту із землею, то дотик до нього рівносильний дотику до фази. Якщо корпус заземлений, то на корпусі виявиться напруга, залежна від опору заземлювача.

$$U_3 = I_3 R_3 \quad (6)$$

де I_3 – струм замикання на корпус;
 R_3 – опір заземлювача.

Людина, що торкається цього корпусу, потрапляє під напругу дотику.

$$U_{np} = U_3 \cdot \alpha, \quad (7)$$

де α – коефіцієнт напруги дотику.

Струм крізь людину при дотику до заземлених токоведучих частин, що виявилися під напругою, визначається виразом:

$$I_u = \frac{U_{np}}{R_u}; \quad (8)$$

з урахуванням виразу (8) одержимо:

$$I_u = I_3 \frac{R_3}{R_u} \alpha. \quad (9)$$

Коефіцієнт α залежить від відстані між місцем, на якому стоїть людина, та заземлювачем. Якщо людина стоїть над землею вище заземлювачей, $\alpha = 0$, то напруга дотику і струм, що проходить через людину, дорівнюють нулю. Якщо людина стоїть зовні поля розтікання (більше 20 м від заземлювача), $\alpha = 1$ і людина потрапляє під напругу дотику, рівну напрузі U_3 відносно землі.

З виразу (9): чим менше R_3 , тим менше величина струму, що пройшов крізь тіло людини.

Значення опору заземлювача R_3 , відповідно до «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ), для установок з напругою живлення до 1000 В повинно бути не більше 4 Ом, понад 1000 Вт – 10 Ом і так само залежать від потужності установок та виду нейтралі.

4.2. Захисне занулення

Занулення – навмисне електричне з'єднання металевих частин електричних установок, що не проводять струм, але можуть опинитися під напругою, з нульовим захисним провідником. Занулення застосовується в трифазних чотиридротових електричних мережах до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю.

При зануленні корпус електроустаткування сполучають з нульовим дротом (рис. 4).

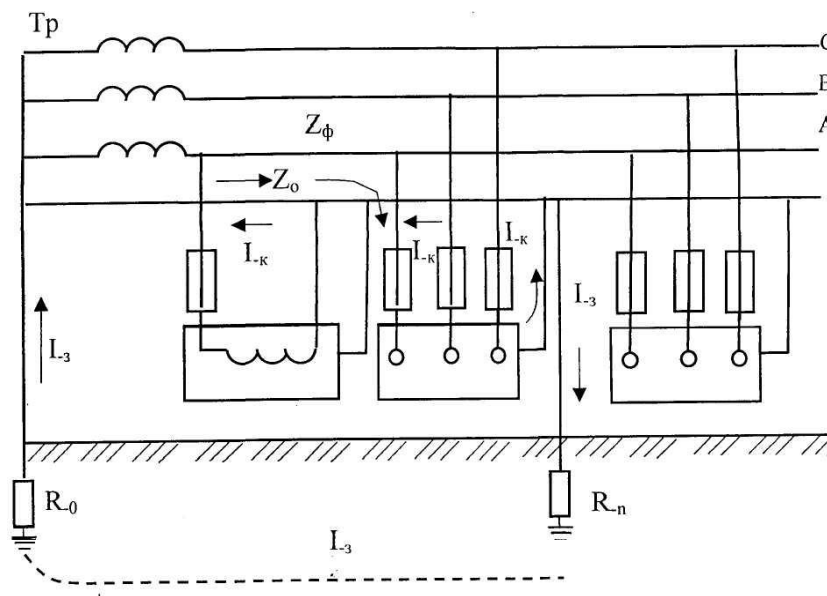


Рис. 4. Принципова схема занулення

Занулення використовується також при захисному відключенні, перетворюючи замикання на корпус в однофазне коротке замикання, внаслідок чого спрацьовує автоматичний захист і відключається пошкоджена ділянка мережі. Крім того, занулення знижує потенціали корпусів, що з'являються у момент замикання на землю.

При замиканні на корпус при зануленні струм короткого замикання проходить через наступні ділянки ланцюга: обмотки трансформатора, фазний дріт, нульовий дріт та пристрій струмового захисту.

Величина струму короткого замикання визначається фазною напругою ланцюга короткого замикання:

$$I_k = \frac{U_\phi}{\frac{Z_m}{3} + Z_n}, \quad (10)$$

де U_ϕ – фазна напруга, В;
 Z_m – опір обмоток трансформатора, Ом;
 Z_n – опір петлі фаза – нуль, Ом.

Опір обмоток трансформатора залежить від потужності трансформатора, напруги та схеми з'єднання його обмоток.

Напруга на корпус відносно землі за наявності занулення визначається по залежності:

$$U_k = I_3 R_n, \quad (11)$$

де R_n – опір заземлення нульового дроту при зануленні, Ом.

Струм замикання на землю визначається з виразу:

$$I_3 = \frac{U_k}{R_o + R_n}, \quad (12)$$

де U_k – падіння напруги на корпусі токоприймача, рівне падінню напруги на ділянці пос-

лідовно сполучених двох опорів;

R_o, R_n – опір заземлення нейтралі трансформатора (рис. 4).

Таким чином, повторне заземлення нульового дроту в період замикання фази на корпус знижує напругу щодо землі при зануленні електроустановки.

II. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

5. Порядок проведення практичного заняття

Проводиться оцінка величини напруги дотику (ДОДАТОК 1, ДОДАТОК 2).

5.1. Оцінка величини напруги дотику

1. Вибрати варіант завдання (Додаток 1).

2. Занести дані виміру опору ізоляції фазних дротів (по відношенню до клеми «земля»), $R_{\phi 1}, R_{\phi 2}, R_{\phi 3}$, (задано за варіантом) заповнити відповідні пункти протоколу виконання лабораторної роботи. Виміри опору ізоляції фазних дротів виконуються за допомогою мегомметра. Для вимірювання опору ізоляції одна з клем мегомметра (з поміткою «земля») приєднується за допомогою гнучкого провідника з клемою R_3 стенду, а інша клема (з поміткою $R_{\phi 1}$, або $R_{\phi 2}$, або $R_{\phi 3}$) підключається по черзі до фаз. Для розрахунку взяти – мінімальний показник. Зверніть увагу на одиниці виміру: кОм.

3. Занести дані виміру опору захисного заземлення R_x (одиниця виміру – Ом). Вимірювання опору захисного заземлення роблять за допомогою іншого приладу омметра.

Перед проведенням вимірювання перевіряють калібрування приладу відповідно до інструкції, приведеної на внутрішній поверхні його кришки. Після цього за допомогою гнучких дротів клеми омметра з'єднують з клеммами стенду R_x, R_3, R_b (схема з'єднання на кришці приладу). Далі перемикач (4) омметра встановлюють в робоче положення «х5», натискають пальцем кнопку (3) та, утримуючи її в цьому положенні, обертають реохорд (2), добиваючись установки індикаторної стрілки приладу напроти відмітки «0» його шкали. Відлік показників ведуть за рухомою шкалою омметра з урахуванням положення перемикача (4).

4. Розрахувати величину напруги дотику U_n, V для «нормального» та «аварійного» режимів роботи електроустановки (вказано за варіантом).

а) **розрахунок напруги дотику в «нормальному» режимі** роботи електроустановки, тобто за наявності захисного заземлення (формули 15→14→13):

$$U_{n.\phi.} = \phi_k \times \alpha, \quad (13)$$

де α – коефіцієнт напруги дотику, вибирати залежно від варіанту;

ϕ_k – потенціал на корпусі обладнання, В

$$\phi_k = I_3 \times R_x, \quad (14)$$

де I_3 – струм замикання на землю, А

$$I_3 = \frac{U_\phi}{R_x + \frac{R_\phi}{3}} \quad (15)$$

де U_ϕ – фазна напруга в мережі, за варіантом завдання, В;

R_x – зміряний опір захисного заземлення, Ом;

R_ϕ – мінімальний зміряний опір ізоляції однієї з фаз, Ом.

б) *визначити за ГОСТ 12.1.038-82 гранично допустиму величину напруги дотику в «но-*

рмальному» режимі роботи електроустановки (табл. 2), $U_{z.d.}$, В, при змінному струмі 50 Гц.

в) дати оцінку фактичної напруги дотику на робочому місці за коефіцієнтом відповідності умов праці нормативним вимогам:

$$K_g = U_{n.\phi} / U_{z.d.}, \quad (16)$$

якщо $K_g \leq 1$, то можна зробити висновок про відповідність стану електробезпеки на робочому місці ГОСТ 12.1.038-82.

г) **розрахунок величини напруги дотику в «аварійному» режимі** (обрив ланцюга R_3), В (формули 18 (Iч)→17→16):

$$U_{n.\phi} = I_{\text{ч}} R_{\text{ч}}, \quad (17)$$

де $R_{\text{ч}}$ – опір тіла людини, Ом (в інженерних розрахунках приймають $R_{\text{ч}}=1000$ Ом);

$I_{\text{ч}}$ – струм, що проходить через тіло людини, А:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}} + \frac{R_{\phi}}{3}} \quad (18)$$

де U_{ϕ} – напруга в електромережі, за варіантом, В;

R_{ϕ} – мінімальний зміряний фазний опір, Ом (x1000).

д) визначити за ГОСТ 12.1.038-82 гранично допустиму величину напруги дотику в «аварійному» режимі роботи електроустановки $U_{z.d.}$ при змінному струмі 50 Гц залежно від часу аварійного відключення $t_{\text{відкл.}}$, сек (табл. 3).

е) дати оцінку фактичної напруги дотику на робочому місці по коефіцієнту відповідності умов праці нормативним вимогам по формулі 16, якщо $K_g \leq 1$, то можна зробити висновок по відповідності стану електробезпеки на робочому місці ГОСТ 12.1.038-82.

Таблиця 2

Гранично допустимі величини напруги дотику в «нормальному» режимі (по ГОСТ 12.1.038-82)

Вид струму	$U_{z.d.m.}$, В	I , мА
Змінний 50 Гц	2,0	0,3
Змінний 400 Гц	3,0	0,4
Постійний	8,0	1,0

При виборі гранично допустимих значень напруги дотику слід враховувати негативний вплив на стан електробезпеки високих значень температури навколишнього середовища (T , °С) та відносної вологості в приміщенні (ϕ , %). Тому, якщо по варіанту $T \geq 25^\circ\text{C}$ та $\phi \geq 75\%$ необхідно прийняти поправочний коефіцієнт $K = 0,33$, тоді

$$U_{z.d.} = 0,33 \cdot U_{z.d.m.}$$

де $U_{z.d.m.}$ – табличне значення гранично допустимої величини (табл. 2, 3).

Таблиця 3

Гранично допустимі величини напруги дотику в «аварійному» режимі (за ГОСТ 12.1.038-82)

Вид струму	Час аварійного відключення $t_{\text{відкл.}}$ (сек.) і величина $U_{z.d.m.}$, В				
	0,01	0,1	0,5	1,0	>1,0
Змінний 50Гц	650	500	100	50	36
Постійний	650	500	250	200	40

6. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. Дайте характеристику чинників, що впливають на уразку людини електричним струмом?
2. В яких випадках відбувається уразка людини електричним струмом?
3. Які шляхи струму можливі в тілі людини?
4. Який струм робить більший вплив на організм людини? Постійний або змінний?
5. Який струм для людини є небезпечним і може привести до втрати свідомості?
6. Який струм є смертельно небезпечним для людини?
7. Як впливає опір тіла людини на величину струму, що проходить крізь нього?
8. Які величини напруги вважаються безпечними для людини?
10. Які заходи захисту від дії електричного струму застосовуються на виробництві?
11. В чому різниця між захисним заземленням та захисним зануленням?
12. Який струм пройдётиме крізь тіло людини, якщо вона торкнулась однією рукою до фази, на ізольованому гумовому килимку?
13. Перерахуйте види електротравм на виробництві?
15. Які величини характеризують напругу дотику в нормальному та аварійному режимі роботи устаткування?
16. Що таке крокова напруга?
24. Вкажіть індивідуальні та колективні заходи захисту від поразки електричним струмом?

7. Список рекомендованої літератури.

Основна:

1. ГОСТ 12.1.009 – 76 ССБТ. Електробезпека. Терміни і визначення.
2. ГОСТ 12.1.019 - 79 ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги безпеки і номенклатура видів захисту.
3. Основи охорони праці: Навч. посіб. /І.О. Воронов, І.Д. Коваленко, П.В. Афанасьєв, Т.в. Булгач. – К.: Генеза, 2004. – С.231 – 259.
4. Лекція з теми.

Допоміжна:

5. ГОСТ 12.1.030–81. ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення.
6. Правила пристрою електроустановок. – М.: Енергія, 1986.
7. Долин П. А. Основи техніки безпеки в електроустановках. – М.: Енергоавтоміздат, 1984. – 448 с.
8. Жидецький В.Ц. і ін. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2000. - 351 с.
9. Кобевник В.Ф. Охорона праці. – К.: Вища школа, 1990. – 286 с.

8. Матеріали на допомогу студенту – База тестових завдань для тренування – Вірна відповідь – одна.

1. З яких ознак приміщення за ступенем небезпеки ураження електричним струмом поділяють на три категорії?

1. Температура в приміщенні підлоги.
2. Вологість стін, цвіль.
3. Наявність вентиляції.
4. Струмopрoвідна підлога.
5. Наявність електричного обладнання.

2. Гранично допустима величина напруги дотику при нормальному режимі електроустановки =2В. Зробити висновок про стан електробезпеки на робочому місці, якщо струм замикання на землю дорівнював 0,4мА, коефіцієнт напруги дотику=0,9, змiряний опір захисного заземлення склав 6 Ом. Напруга - 380 В.

1. Напруга дотику ($0,9 \times 380 \times 0,4 = 13,6$) перевищує $U_{г.д.}$
2. Напруга дотику ($0,9 \times 0,0004 \times 380 : 6 = 0,023$) нижче $U_{г.д.}$
3. Напруга дотику ($0,9 \times 0,4 \times 6 = 2,16$) перевищує $U_{г.д.}$
4. Напруга дотику ($0,4 \times 6 : 0,9 = 2,7$) перевищує $U_{г.д.}$
5. Напруга дотику ($0,9 \times 0,0004 \times 6 = 0,002$) нижче $U_{г.д.}$

3. Які дії не може надавати електричний струм, що проходить через організм людини?

1. Термічні.
2. Механічні.
3. Електролітичні.
4. Резонансні.
5. Біологічні.

4. Електроустановка знаходиться в аварійному режимі, фазна напруга в мережі = 380 В. Розрахувати струм, що проходить через тіло людини, якщо мінімальний змiряний фазний опір = 450кОм. Опір тіла людини =1000 Ом.

1. $I_{л} = 450 : 380 : 1000 = 1,18$ мА.
2. $I_{л} = 380 : 1000 = 0,38$ А.
3. $I_{л} = 450000 : 380 = 1,1$ А.
4. $I_{л} = 380 : (1000 + 450000 : 3) = 2,5$ мА.
5. $I_{л} = (450000 : 3 + 1000) : 380 = 0,39$ А.

5. Технічний захист обслуговуючого персоналу від ураження струмом у разі дотику до струмопровідних частин (коли система в справному стані) включає:

1. захисне заземлення;
2. недоступність струмопровідного обладнання;
3. захисне занулення;
4. захисне вимкнення;
5. подвійна ізоляція.

6. Електроустановка знаходиться в аварійному режимі, фазна напруга в мережі = 220 В. Розрахувати струм, що проходить через тіло людини, якщо мінімальний

зміряний фазний опір = 420кОм. Опір тіла людини =1000 Ом.

1. $I_{\text{л}} = 420:220:1000=1,9 \text{ мА}$.
2. $I_{\text{л}} = 220: 1000= 0,22 \text{ А}$.
3. $I_{\text{л}} = 220:(1000+420000:3)=1,56 \text{ мА}$.
4. $I_{\text{л}} = 420000:220 =1,9 \text{ А}$.
5. $I_{\text{л}} = (420000:3+1000):220=0,64 \text{ А}$.

7. Які електричні травми не відносяться до локальних?

1. Електричні удари.
2. Металізація шкіри.
3. Електричні знаки.
4. Електрофтальмія.
5. Електричні опіки.

8. Дати оцінку електробезпеки на робочому місці за величиною опору захисного заземлення, яка дорівнює 5 Ом. Установка напругою до 1000 В.

1. Заземлення ЕУ ефективне ($5:10=0,5. K \leq 1$).
2. Заземлення ЕУ ефективне ($5:4 \times 220:1000=0,27. K \leq 1$).
3. Заземлення ЕУ не ефективне ($5:4=1,2. K \geq 1$).
4. Заземлення ЕУ не ефективне ($5 \times 380:1000=1,9. K \geq 1$).
5. Заземлення ЕУ ефективне ($5:1000=0,005. K \leq 1$).

9. Технічний захист обслуговуючого персоналу від ураження струмом у разі дотику до струмопровідних частин (коли система в аварійному стані) включає:

1. застосування колективних засобів захисту;
2. застосування малих напруг;
3. застосування індивідуальних засобів захисту;
4. захисне заземлення;
5. застосування діелектричних засобів.

10. Розрахувати струм замикання на землю при нормальному режимі електроустановки, якщо зміряний опір захисного заземлення склав 6 Ом, мінімальний зміряний опір ізоляції фазних проводів=450кОм, фазна напруга в мережі=220 В.

1. $I_{\text{з}} = 220:6 = 36,6 \text{ А}$.
2. $I_{\text{з}} = 220 \times 450=9,9 \text{ А}$.
3. $I_{\text{з}} = 220 : (450000:3+6)=0,162 \text{ мА}$
4. $I_{\text{з}} = 450000: 6 :220 = 0,34 \text{ А}$
5. $I_{\text{з}} = (450000:3-6) \times 220 =330 \text{ мА}$

Відповіді на тестові завдання (для самоконтролю): Т-тест за №. В-відповідь за №.

Т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В	4	5	4	4	2	3	1	3	4	3

9. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА:

Індивідуальне виконати згідно методичці (п.5). Показати розрахунки за формулами.

Початкові дані (Оцінка величини напруги дотику)

Варіант	Напруга в електромережі U_{ϕ} , В	Час аварійного відключення T , сек.	Коефіцієнт напруги дотику, α	Відносна вологість повітря, φ , %	Температура повітря в приміщенні T , °С
1	220	1,5	0,8	75	26
2	380	0,5	1,0	60	18
3	220	0,1	0,6	40	10
4	220	1,2	0,8	60	18
5	380	0,01	0,7	80	27
6	220	0,6	0,6	75	26
7	220	0,1	0,8	65	19
8	380	1,2	0,8	40	10
9	220	1,5	0,9	60	18
10	220	0,9	0,6	75	26
11	380	1,5	0,7	60	18
12	220	1,0	0,6	80	27
13	220	1,2	0,9	60	18
14	380	1,0	0,75	40	10
15	220	1,25	1,0	80	27
16	220	0,6	0,9	75	26
17	380	1,5	0,5	40	10
18	220	0,8	0,6	70	24
19	220	1,2	0,8	40	10
20	380	1,5	0,9	60	18
21	220	1,0	0,75	40	10
22	220	0,8	1	75	26
23	380	0,8	0,75	40	10
24	220	0,85	0,7	60	18
25	220	0,65	0,5	75	26
26	380	0,9	1	80	28
27	220	0,7	0,5	75	26
28	380	0,6	0,6	40	10
29	220	1,0	0,8	70	24
30	220	0,4	0,9	40	10

Продовження початкових даних (Оцінка величини напруги дотику)

Варіант	Опір ізоляції фазних проводів, кОм			Опір захисного заземлення, R_x , Ом
	$R_{\phi 1}$	$R_{\phi 2}$	$R_{\phi 3}$	
1	600	510	650	10
2	860	450	600	4
3	500	510	790	8
4	720	550	620	3
5	470	850	410	5
6	845	470	460	3,8
7	550	750	870	1,7
8	450	830	500	5
9	860	430	760	6
10	520	880	520	2,4
11	720	550	820	3
12	420	850	410	5
13	445	470	860	3,8
14	550	750	820	1,8
15	800	480	450	10
16	860	550	500	4
17	860	450	760	6
18	520	480	520	2,4
19	820	450	410	5
20	445	870	460	3,8
21	500	510	490	8
22	720	550	820	3
23	720	550	820	3
24	420	430	810	5
25	845	470	460	3,8
26	550	750	820	1,5
27	500	720	490	2
28	720	420	720	4
29	640	550	820	3,5
30	820	430	810	6

ПРОТОКОЛ № 12

виконання практичного заняття з дисципліни
«Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

Тема: «Дослідження та оцінка стану електробезпеки на робочих місцях»

П.І.Б. _____ група _____ Варіант № _____

Початкові дані за варіантом

Чинники	Варіант
1. Напруга в електромережі, U_{ϕ} (В)	
2. Час аварійного відключення, $t_{\text{відкл}}$ (секунди)	
3. Коефіцієнт напруги дотику, α	
4. Відносна вологість повітря, φ (%)	
5. Температура повітря в приміщенні, t ($^{\circ}\text{C}$)	

Результати розрахунків. Оцінка величини напруги дотику

Параметри	Значення	
	фактичні	нормативні
1. Опір ізоляції фазних дротів: Фаза 1, $R_{\phi 1}$ (кОм) Фаза 2, $R_{\phi 2}$ (кОм) Фаза 3, $R_{\phi 3}$ (кОм)		
2. Опір захисного заземлення, R_x (Ом)		
3. Напруга дотику у «нормальному» режимі $U_{n.\phi}$ (В)		
4. Коефіцієнт відповідності умов праці, K_e при «нормальному» режимі		≤ 1
5. Напруга дотику у «аварійному» режимі, $U_{n.\phi}$ (В)		
6. Коефіцієнт відповідності умов праці, K_e при «аварійному» режимі		≤ 1

Висновки: _____

Роботу виконав _____ Роботу перевірів _____